

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 7 月 14 日 (14.07.2005)

PCT

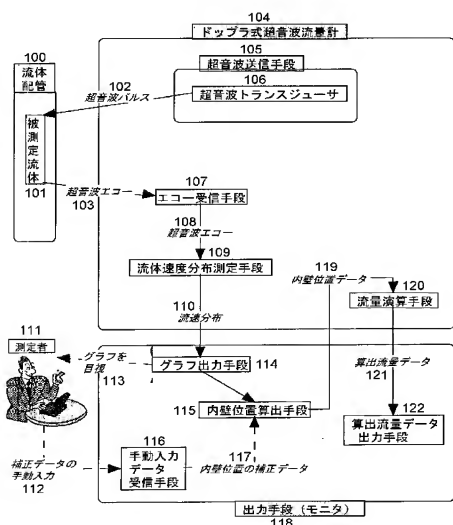
(10) 国際公開番号  
WO 2005/064287 A1

- (51) 国際特許分類: G01F 1/66 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019432 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 治嗣 (MORI, Michitsugu) [JP/JP]; 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内 Tokyo (JP). 手塚 健一 (TEZUKA, Kenichi) [JP/JP]; 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 Tokyo (JP). 手塚 英昭 (TEZUKA, Hideaki) [JP/JP]; 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内 Tokyo (JP).  
(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 24 日 (24.12.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ: 特願 2003-435909 (74) 代理人: 麦島 隆, 外 (MUGISHIMA, Takashi et al.); 〒1030014 東京都中央区日本橋蛸殻町 1 丁目 5 番 4 号 塩田ビル 3 階 Tokyo (JP).  
2003 年 12 月 26 日 (26.12.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京電力株式会社 (THE TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY, INCORPORATED) [JP/JP]; 〒1008560 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC FLOW METER, FLOW MEASUREMENT METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 超音波流量計、流量計測方法およびコンピュータプログラム



- 100... FLUID PIPE  
101... MEASURED FLUID  
102... ULTRASONIC PULSE  
103... ULTRASONIC ECHO  
104... DOPPLER ULTRASONIC FLOW METER  
105... ULTRASONIC TRANSMISSION MEANS  
106... ULTRASONIC TRANSDUCER  
107... ECHO RECEIVING MEANS  
108... ULTRASONIC ECHO  
109... FLUID VELOCITY DISTRIBUTION MEASUREMENT MEANS  
110... FLOW VELOCITY DISTRIBUTION  
111... MEASURER  
112... MANUAL INPUT OF CORRECTION DATA  
113... VIEWING GRAPH  
114... GRAPH OUTPUT MEANS  
115... INNER WALL POSITION CALCULATION MEANS  
116... MANUAL INPUT DATA RECEIVING MEANS  
117... CORRECTION DATA ON INNER WALL POSITION  
118... OUTPUT MEANS (MONITOR)  
119... DATA ON INNER WALL POSITION  
120... FLOW CALCULATION MEANS  
121... CALCULATED DATA ON FLOW  
122... CALCULATED FLOW DATA OUTPUT MEANS

(57) Abstract: [OBJECT] To accurately measure a flow by reducing a specified error when the position of the inner wall of a fluid pipe is specified by using the calculated results of a flow velocity distribution in an ultrasonic flow meter. [CONSTITUTION] In the ultrasonic flow meter, a fluid velocity distribution measurement means comprises a graph output means for outputting a flow velocity distribution graph indicating the flow velocity distribution which uses, as two axes, the position of the fluid pipe on a measurement line in the inner diameter direction and a corresponding fluid velocity in the inner diameter direction and an inner wall position calculation means calculating the position of the inner wall relative to an axis in the inner diameter direction. A flow calculation means measures the flow of the measured fluid by an integration calculation based on the position of the inner wall calculated by the inner wall position calculation means.

(57) 要約: 【目的】 超音波流量計において、流速分布の算出結果から内壁位置を特定する際の特定誤差を低減することによって、より正確な流量を計測する技術を提供する。

【構成】 前記の流体速度分布測定手段は、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手段と、内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出

手段と備え、前記の流量演算手段は、前記内壁位置算出手段が算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を測定することとした超音波流量計とする。



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 超音波流量計、流量計測方法およびコンピュータプログラム

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、測定領域の流速分布から被測定流体の流量を時間依存で瞬時に測定することが可能な超音波流量計およびそれに関連する技術に関する。

#### 背景技術

- [0002] 非接触で流量を測定可能であるドップラ式超音波流量計については、さまざまな技術が提供されている。(例えば、特開2000-97742号)

- [0003] 特許文献1:特開2000-97742号

- [0004] 上記の技術を、図4および図5に基づいて具体的に説明する。上記文献に開示されているドップラ式超音波流量計は、所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体(たとえば水)の配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定するものである。

図4は、測定線を分割してとらえ、流速を算出した状態をモデル的に示したものである。

- [0005] この技術は、配管内を流れる被測定流体の流速分布を測定し、時間的に変動する過渡時の流量を応答性に優れている。また、流体の流れが十分に発達していない箇所や流れが三次元になっている場所、例えばエルボ配管やU字状の反転配管のように曲げられた配管の直後でも、被測定流体の流量を効率的に精度よく瞬時に測定できる。それ以前に提供されていた超音波流量計と比較した場合、実験値や経験値などから割り出された「流量補正係数」がなくても正確な測定が可能であるという特徴があり、大きく評価されている。

#### 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0006] さて、図5に示すのは、モデル的に示した図4と異なり、実際の流速を算出した状態を示したものである。

現在は、トランスジューサ20の端面からくさび内通過時間、配管内通過時間、および非測定流体内通過時間を、それぞれの幾何学形状および音速を用いて、内壁面の位置を算出している。

この図から明らかなように、流体配管の内壁に近い測定点は流速の変化が大きい  
ため、内壁の位置の特定を誤ると、最終的な流量の算出に大きな誤差が生じてしまう  
。

流体配管の内壁の位置(＝トランスジューサーからの距離を正確に算出すること)の  
計算を困難にしている要因は、トランスジューサの個体差、超音波受信回路の個体  
差(使われているコンデンサー等による遅延の個体差)が想定される。しかし、ばらつ  
きの存在理由を解明したり、ばらつきの原因を除去することによって解消しようとする  
ことは現実的ではない。

[0007] 本発明が解決しようとする課題は、超音波流量計において、流速分布の算出結果  
から内壁位置を特定する際の特定制差を低減することによって、より正確な流量を計  
測する技術を提供することである。

請求項1から請求項3に記載の発明の目的は、超音波流量計において、流速分布  
の算出結果から内壁位置を特定する際の特定制差を低減することによって、より正確  
な流量を計測する超音波流量計を提供することにある。

請求項4から請求項5に記載の発明の目的は、超音波流量計において、流速分布  
の算出結果から内壁位置を特定する際の特定制差を低減することによって、より正確  
な流量を計測する流量計測方法を提供することにある。

請求項6から請求項7に記載の発明の目的は、超音波流量計において、流速分布  
の算出結果から内壁位置を特定する際の特定制差を低減することによって、より正確  
な流量を計測する超音波流量計に実行させることとしたコンピュータプログラムを提  
供することにある。

## 課題を解決するための手段

## [0008] (請求項1)

請求項1記載の発明は、 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、 被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、 前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計に係る。

そして、前記の流体速度分布測定手段は、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手段と、 そのグラフ出力手段にて出力された流速分布グラフから、変曲点を算出することによって内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手段と備え、 前記の流量演算手段は、前記内壁位置算出手段が算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を測定することを特徴とする。

## [0009] (用語説明)

上記の超音波流量計には、一般のドップラ式超音波流量計と、相関法を用いた超音波流量計とを含む。相関法を用いた超音波流量計とは、例えば、特開2003-344131号に開示されているような超音波流量計である。

両者とも、所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、 被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、 前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する。

[0010] 「流量演算手段」は、流量を $m(t)$ とするとき、

[数1]

$$m(t) = \rho \int v(x \cdot t) \cdot dA \quad \dots\dots(1)$$

但し、 $\rho$  : 被測定流量の密度

$v(x \cdot t)$  : 時間  $t$  における速度成分 ( $x$  方向)

の演算を行う手段である。

[0011] また、上記の式(1)から、流体配管を流れる時間  $t$  の流量  $m(t)$  は、次式に書き換えることができる。

[数2]

$$m(t) = \rho \iint v_x(r \cdot \theta \cdot t) \cdot r \cdot dr \cdot d\theta \quad \dots\dots(2)$$

但し、 $v_x(r \cdot \theta \cdot t)$  : 時間  $t$  における配管横断面上の中心から距離  $r$  ,  
角度  $\theta$  の管軸方向の速度成分

[0012] なお、配管内を流れる被測定流体の流れが、管軸方向の流れで半径方向や角度  $\theta$  の流れ  $v_r$ ,  $v_\theta$  を無視できるとすると、 $v_x \gg v_r = v_\theta$  となり、流量計測は簡素化され、次式で表わされる。

[数3]

$$m(t) = \sum_i^N \cdot \frac{2\pi}{N} \int_{-R}^R \{v_x(r \cdot \theta_i \cdot t) / \sin \alpha\} \cdot r \cdot dr \quad \dots\dots(3)$$

ここで、 $\alpha$  とは、超音波トランスジューサから発信される超音波の入射角度、すなわち管壁への垂線に対してなす角度である。

[0013] 「内壁位置算出手段」による「変曲点の算出」は、様々な数学的手法を用いればよい。例えば、流速分布を補間などの手法によって二次曲線としてそれを微分し、ゼロとなる点をもとにして算出する方法である。

[0014] (作用)

流体速度分布測定手段においては、測定線に係る流体配管の内径方向と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフをグラフ出力手段が出力させる。そのグラフ出力手段にて出力された流速分布グラフから、内壁

位置算出手段が変曲点を算出することによって内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する。内壁位置算出手段が算出した内壁の位置に基づいて流量演算手段が積分演算をし、被測定流体の流量を算出することとなる。

内壁位置を正確に特定することにより、最終的な流量の算出誤差を低減させることができる。

[0015] (請求項2)

請求項2記載の発明は、請求項1記載の超音波流量計を限定したものである。

すなわち、前記の流体速度分布測定手段には、内壁位置算出手段が算出した内壁の位置を手動入力によって微調整することが可能な微調整入力データ受信手段を備えたことを特徴とする。

内壁位置算出手段による自動算出の結果に対して、経験的な補正をする手段として「微調整入力データ受信手段」を備えたものである。例えば、内壁位置算出手段が算出した内壁の位置を縦軸として画面出力し、その縦軸をカーソルキーにて左右に移動させたり、移動後にリターンキーによって確定させたりする機能を併せ持つこととするのである。

[0016] (作用)

内壁位置算出手段による自動算出の結果に対して、経験的な判断から更なる補正をすることができるようにした。このにより、経験を踏まえた正確な内壁位置の特定が可能となり、最終的な流量の算出誤差を低減させることに寄与する。

[0017] (請求項3)

請求項3記載の発明は、以下のような構成をなす。

すなわち、流体速度分布測定手段は、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手段と、内径方向の軸に対して内壁の位置に関する手動入力データを受け付ける手動入力データ受信手段と、内壁の位置を算出する内壁位置算出手段と備える。そして前記の流量演算手段は、前記内壁位置算出手段が算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を測定することとしたものである。

請求項3は、請求項1や請求項2と異なり、内壁位置の算出を自動的に行わず、手動入力データを受け付けることによって内壁位置とし、流量の演算を行うものである。

[0018] (請求項4)

請求項4記載の発明は、所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を用いた流量計測方法に係る。

すなわち、前記の流体速度分布測定手段によって、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手順と、内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、前記の流量演算手段によって、前記内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを実行する流量計測方法である。

[0019] (請求項5)

請求項5記載の発明もまた、所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を用いた流量計測方法に係る。

すなわち、前記の流体速度分布測定手段によって、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手順と、内径方向の軸に対して内壁の位置に関する手動入力データを受け付ける手動入力データ受信手順と、その手動入力デ



ータ受信手順にて受け付けた手動入力データに基づいて内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、前記の流量演算手段によって、前記内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順とを実行する流量計測方法である。

[0020] (請求項6)

請求項6記載の発明は、所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を制御するプログラムに係る。

そのプログラムは、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを前記の流体速度分布測定手段に出力させるグラフ出力手順と、そのグラフ出力手順にて出力された流速分布グラフから、変曲点を算出することによって内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、前記の内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順とを超音波流量計に実行させることとしたコンピュータプログラムである。

[0021] (請求項7)

請求項7記載の発明もまた、所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を制御するプログラムに係る。

そのプログラムは、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向

に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを前記の流体速度分布測定手段に出力させるグラフ出力手順と、 内径方向の軸に対して内壁の位置に関する手動入力データを受け付ける手動入力データ受信手順と、 内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、 前記の内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順とを超音波流量計に実行させることとしたコンピュータプログラムである。

[0022] 請求項6または請求項7に係るコンピュータプログラムを、記録媒体へ記憶させて提供することもできる。ここで、「記録媒体」とは、それ自身では空間を占有し得ないプログラムを担持することができる媒体であり、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-R、MO（光磁気ディスク）、DVD-Rなどである。

また、これらの発明に係るプログラムを格納したコンピュータから、通信回線を通じて他のコンピュータへ伝送することも可能である。

なお、汎用的なコンピュータを備えた超音波流量計に対して、上記のような各手段を達成可能であるようなプログラムをプリインストール、あるいはダウンロードすることで、請求項1等に係る機能を備えた超音波流量計を形成することも可能である。

### 発明の効果

[0023] 請求項1から請求項3に記載の発明によれば、超音波流量計において、流速分布の算出結果から内壁位置を特定する際の特定制誤差を低減することによって、より正確な流量を計測する超音波流量計を提供することができた。

請求項4から請求項5に記載の発明によれば、超音波流量計において、流速分布の算出結果から内壁位置を特定する際の特定制誤差を低減することによって、より正確な流量を計測する流量計測方法を提供することができた。

請求項6から請求項7に記載の発明によれば、超音波流量計において、流速分布の算出結果から内壁位置を特定する際の特定制誤差を低減することによって、より正確な流量を計測する超音波流量計に実行させることとしたコンピュータプログラムを提供することができた。

### 発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、本発明を実施の形態及び図面に基づいて、更に詳しく説明する。ここで使用

する図面は、図1から図3および図5である。図1および図2は、実施形態を概念的に説明したものである。図3は、図5にて出力された流速分布を抽出するとともに、図1の実施形態の主要部分を示したものである。

(図1)

図1は、被測定流体が流れる流体配管の流量を計測するための超音波流量計において、被測定流体に入射された超音波パルスの測定領域から反射された超音波エコーを受信する受信機を兼ねた超音波送受信手段(トランスジューサ)を備える。

[0025] トランスジューサは、被測定流体に入射された超音波パルスの測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段とを兼ねている。そして、その流速分布に基づいて被測定流体の流量を時間依存で求める流量演算手段としてのマイコン、CPU、MPU等のコンピュータと、このコンピュータからの出力を時系列的に表示可能な表示装置(図1中では「出力手段(モニタ)」として図示)とに接続されている。

[0026] また、トランスジューサには、トランスジューサを加振させる信号発生器としての加振用アンプを備えており、加振用アンプから所要の基本周波数のパルス電気信号が超音波トランスジューサへ入力されるようになっている。そして、パルス電気信号の印加により基本周波数の超音波パルスが測定線に沿って発信せしめられる。超音波パルスは、パルス幅5mm程度で拡がりをもたない直進性のビームである。これは、図4にて説明したことと同様である。

[0027] トランスジューサは、発信された超音波パルスが流体配管内の被測定流体中の反射体(例えば気泡)に当たって反射されて超音波エコーとなり、トランスジューサが兼ねたエコー受信手段にて受信され、その反射波レシーバーにてエコー電気信号へ変換される。このエコー電気信号は、増幅器で増幅された後、AD変換器を通してデジタル化される。そして、デジタル化されたデジタルエコー信号が流速分布計測回路を備えた流速分布測定手段に入力される。

[0028] 流速分布測定手段では、発信用アンプからの基本周波数の電気信号がデジタル化されて入力され、両信号の周波数差からドップラシフトに基づく流速の変化もしくは両信号の相互相関値を用いて流速を計測し、測定線に沿う測定領域の流速分布を

算出している。測定領域の流速分布を超音波の入射角度  $\alpha$  で校正することによって、流体配管の横断面における流速分布を算出することができる。算出された流速分布は、モニタ上にグラフとして出力される。

[0029] グラフとして算出する際、「内壁位置算出手段」によって、仮の内壁位置をも出力する。その「仮の内壁位置」は、例えば、流速分布を補間などの手法によって二次曲線としてそれを微分し、ゼロとなる点をもとにして算出する。なお、「仮の内壁位置」の算出については、様々な数学的手法を組み合わせたり、場合分けして使い分けたりすることとしてもよい。

[0030] モニタ上のグラフを目視確認した測定者は、手動入力データ受信手段(例えば、当該モニタに接続されたキーボードのカーソルキー)を用いて、内壁位置についての補正データを入力する。具体的には、図3に示すように、カーソルキーなどを使って、内壁位置を示すラインを左右に移動させるのである。

もちろん、補正の必要がないと測定者が判断すれば、補正データの入力は行わなくてよい。ただし、補正データの入力は不要である旨を内壁位置算出手段へ入力する必要がある。

[0031] 決定された内壁位置データを用いて、流量演算手段が被測定流体の流量を算出する。そしてその算出流量を、再びモニタ上に出力させる。

本実施形態に係る超音波流量計は、測定領域の流速分布を時間依存で求めることができるので、被測定流体の流量を定常状態、非定常状態如何を問わず、正確に精度よく求めることができる。また、内壁位置算出手段によって、仮の内壁位置を自動算出し、更に、測定者の経験などをふまえた補正を加味することができるので、内壁位置の算出に伴う測定誤差の抑制に寄与する。

[0032] (図2)

図2に示す実施形態は、図1にて用いていた「内壁位置算出手段」における自動算出を省略し、測定者によるデータ入力によって内壁位置を決定するものである。何らかの事情によって測定点が少なくなってしまう、流速分布を補間などの手法によって連続曲線とできないような場合にも対応できる。ただし、本実施形態の場合には、測定者らによる内壁位置のデータ入力が必要であり、これがないと、最終的な流量算出

が行えない。

なお、自動算出を省略することによって装置全体の簡素化、コストダウンに寄与するというメリットがある。

[0033] 上述してきた実施形態では、図3を中心に、内壁位置についての右側(測定線上では遠い点)について説明してきたが、ゼロ点についても自動算出したり、測定者らによる補正が行えるようにしている。

#### 産業上の利用可能性

[0034] 本願発明は、ドップラ式超音波流量計に限られず、一般の超音波流量計に属する流量計においても採用することができる。

また、超音波流量計の製造業のほか、超音波流量計取り付け業、メンテナンス業においても用いられる。

#### 図面の簡単な説明

[0035] [図1]第一の実施形態を示す概念図である。

[図2]第二の実施形態を示す概念図である。

[図3]第三の実施形態を示す概念図である。

[図4]従来技術を示すための概念図である。

[図5]流速分布を画面出力させた様子を示す図である。

### 請求の範囲

- [1] 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計であって、
- 前記の流体速度分布測定手段は、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手段と、
- そのグラフ出力手段にて出力された流速分布グラフから、変曲点を算出することによって内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手段と備え、
- 前記の流量演算手段は、前記内壁位置算出手段が算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を測定することとした超音波流量計。
- [2] 前記の流体速度分布測定手段には、内壁位置算出手段が算出した内壁の位置を手動入力によって微調整することが可能な微調整入力データ受信手段を備えた請求項1記載の超音波流量計。
- [3] 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計であって、
- 前記の流体速度分布測定手段は、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手段と、
- 内径方向の軸に対して内壁の位置に関する手動入力データを受け付ける手動入力データ受信手段と、

その手動入力データ受信手段が受け付けた手動入力データに基づいて内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手段と備え、

前記の流量演算手段は、前記内壁位置算出手段が算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を測定することとした超音波流量計。

- [4] 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を用いた流量計測方法であって、

前記の流体速度分布測定手段によって、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手順と、

内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、

前記の流量演算手段によって、前記内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順とを備えたことを特徴とする流量計測方法。

- [5] 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を用いた流量計測方法であって、

前記の流体速度分布測定手段によって、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを出力させるグラフ出力手順と、

内径方向の軸に対して内壁の位置に関する手動入力データを受け付ける手動入力データ受信手順と、

その手動入力データ受信手順にて受け付けた手動入力データに基づいて内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、

前記の流量演算手段によって、前記内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順とを備えたことを特徴とする流量計測方法。

- [6] 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を制御するプログラムであって、

そのプログラムは、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを前記の流体速度分布測定手段に出力させるグラフ出力手順と、

そのグラフ出力手順にて出力された流速分布グラフから、変曲点を算出することによって内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、

前記の内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順と超音波流量計に実行させることとしたコンピュータプログラム。

- [7] 所要周波数の超音波パルス超音波トランスジューサから測定線に沿って流体配管内の被測定流体中へ入射させる超音波送信手段と、被測定流体に入射された超音波パルスのうち測定領域から反射された超音波エコーを受信し、測定領域における被測定流体の流速分布を測定する流体速度分布測定手段と、前記被測定流体の流速分布に基づいて、前記測定領域における被測定流体の流量を演算する流量演算手段とを備えて被測定流体の流量を測定する超音波流量計を制御するプロ



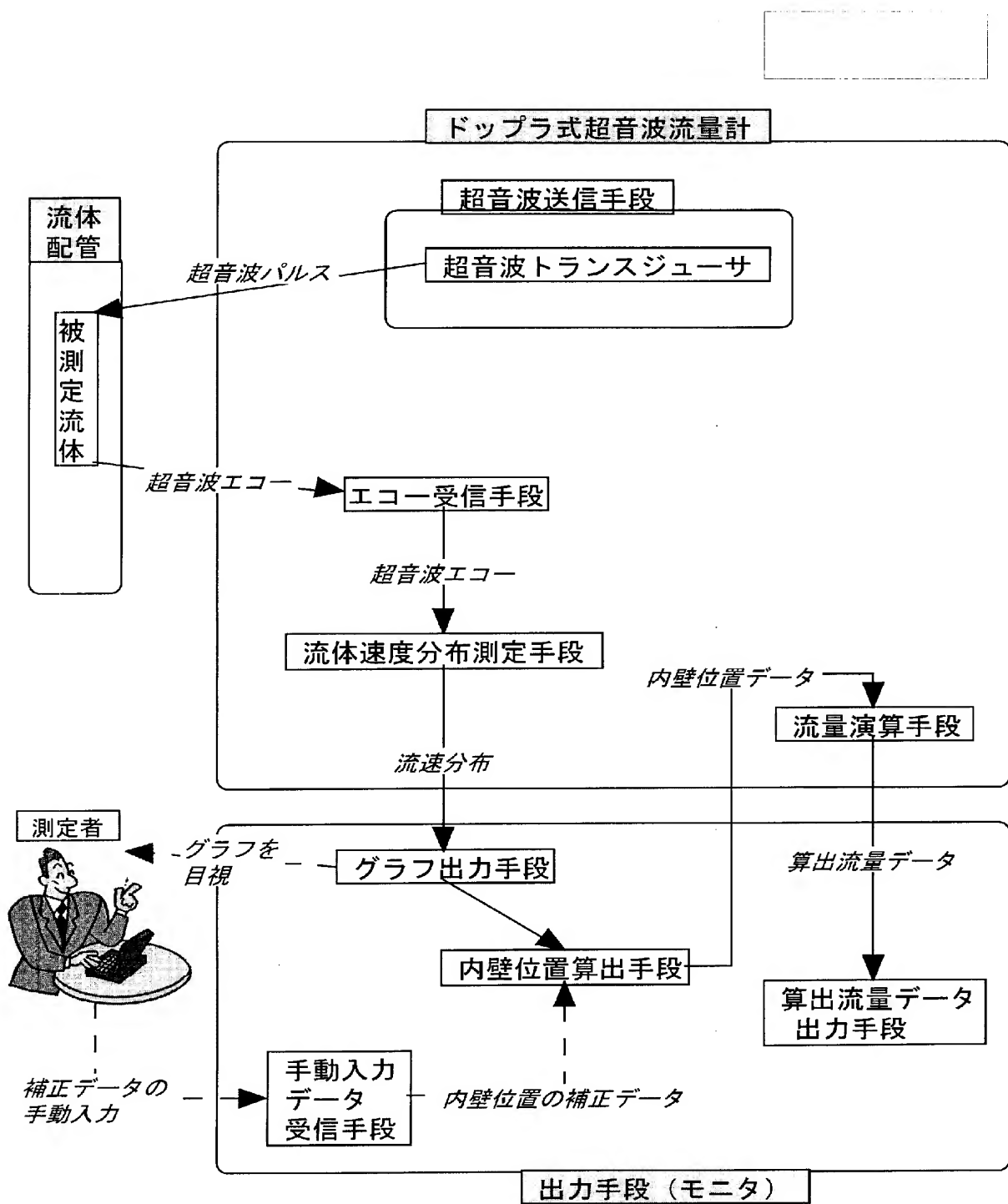
グラムであって、

そのプログラムは、前記測定線に係る流体配管の内径方向位置と、その内径方向に対応する流体速度と二軸として流速分布を表す流速分布グラフを前記の流体速度分布測定手段に出力させるグラフ出力手順と、  
内径方向の軸に対して内壁の位置に関する手動入力データを受け付ける手動入力データ受信手順と、

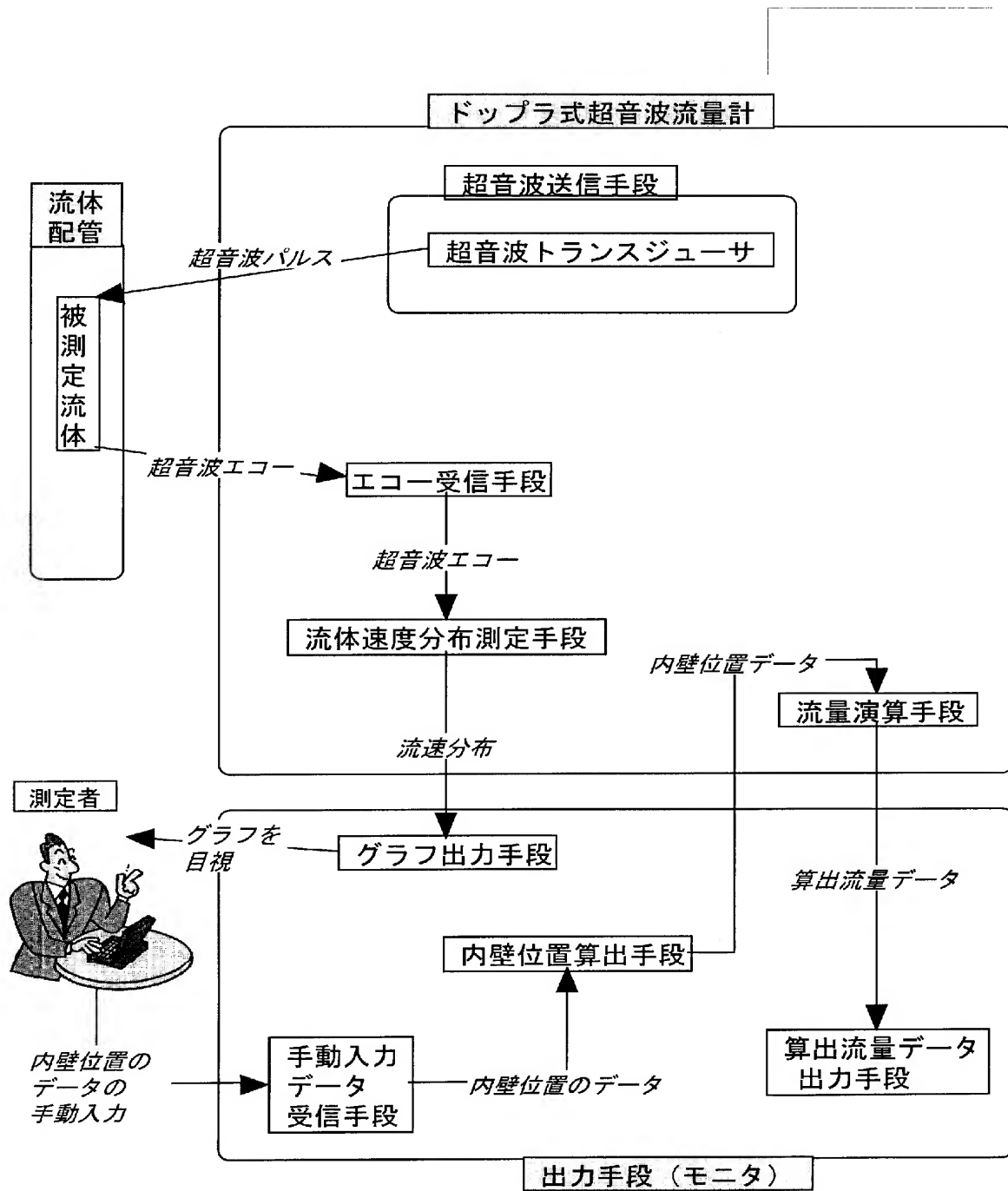
内径方向の軸に対して内壁の位置を算出する内壁位置算出手順と、

前記の内壁位置算出手順にて算出した内壁の位置に基づく積分演算に基づいて被測定流体の流量を演算する流量演算手順とを超音波流量計に実行させることとしたコンピュータプログラム。

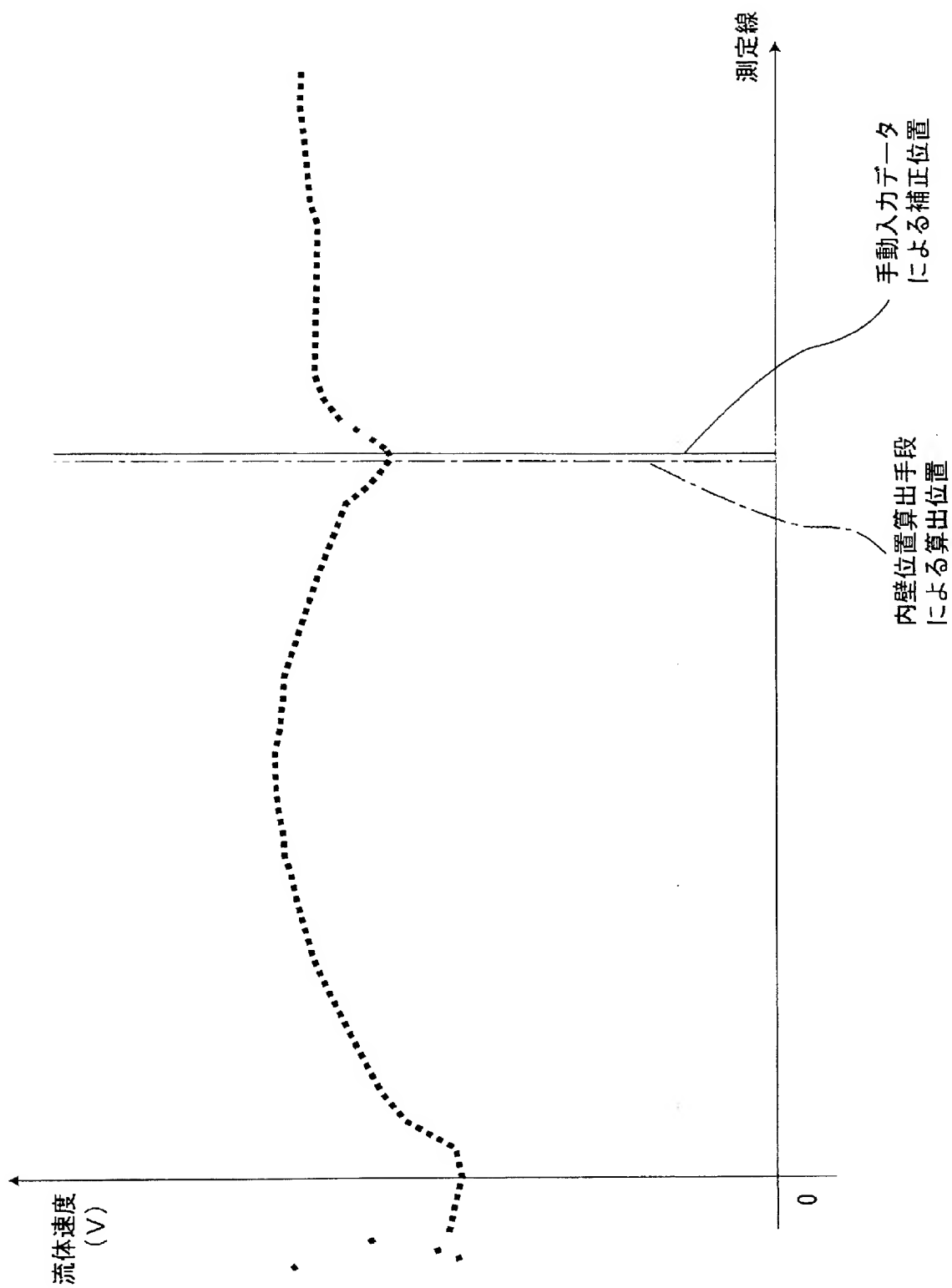
[図1]



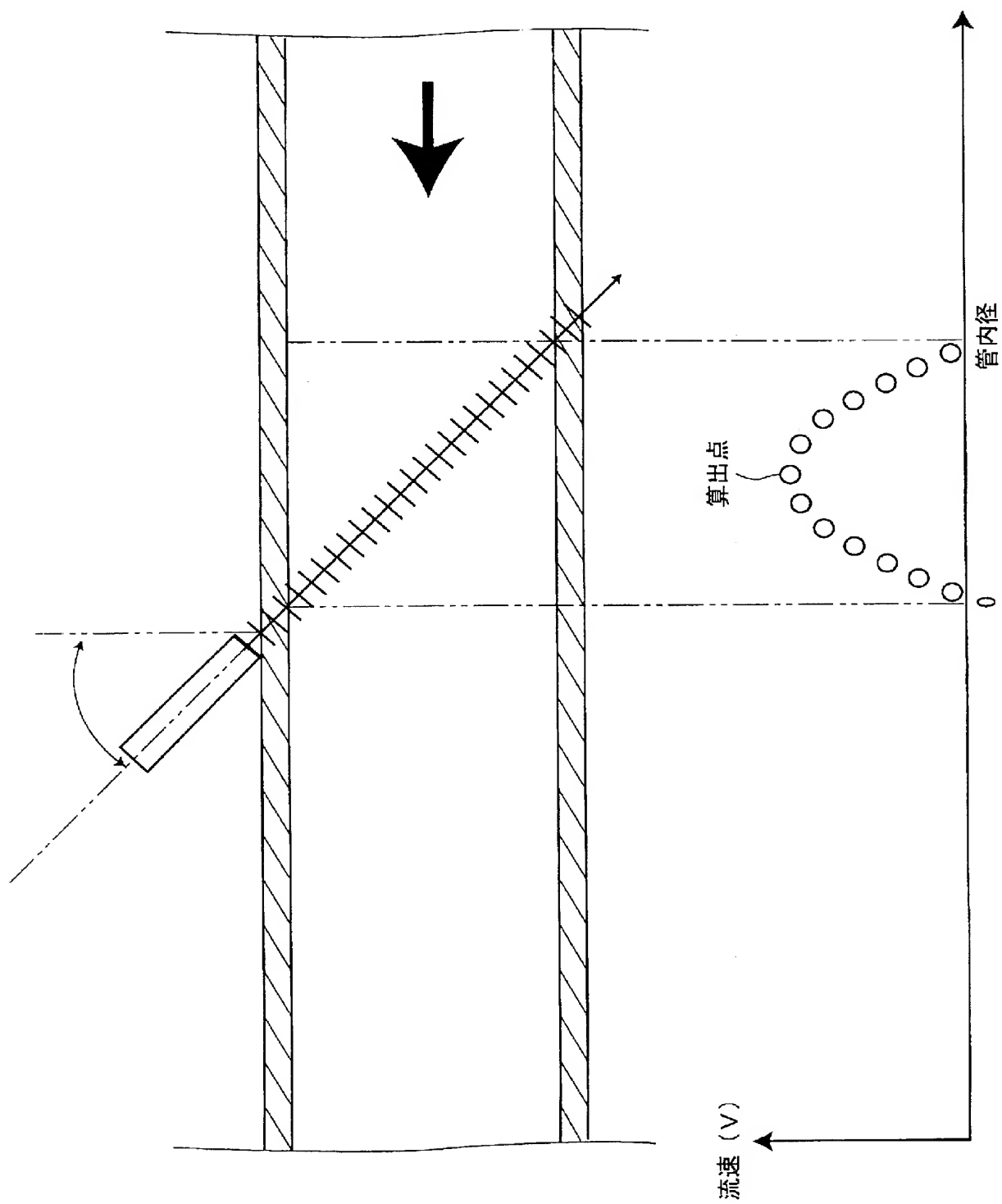
[図2]



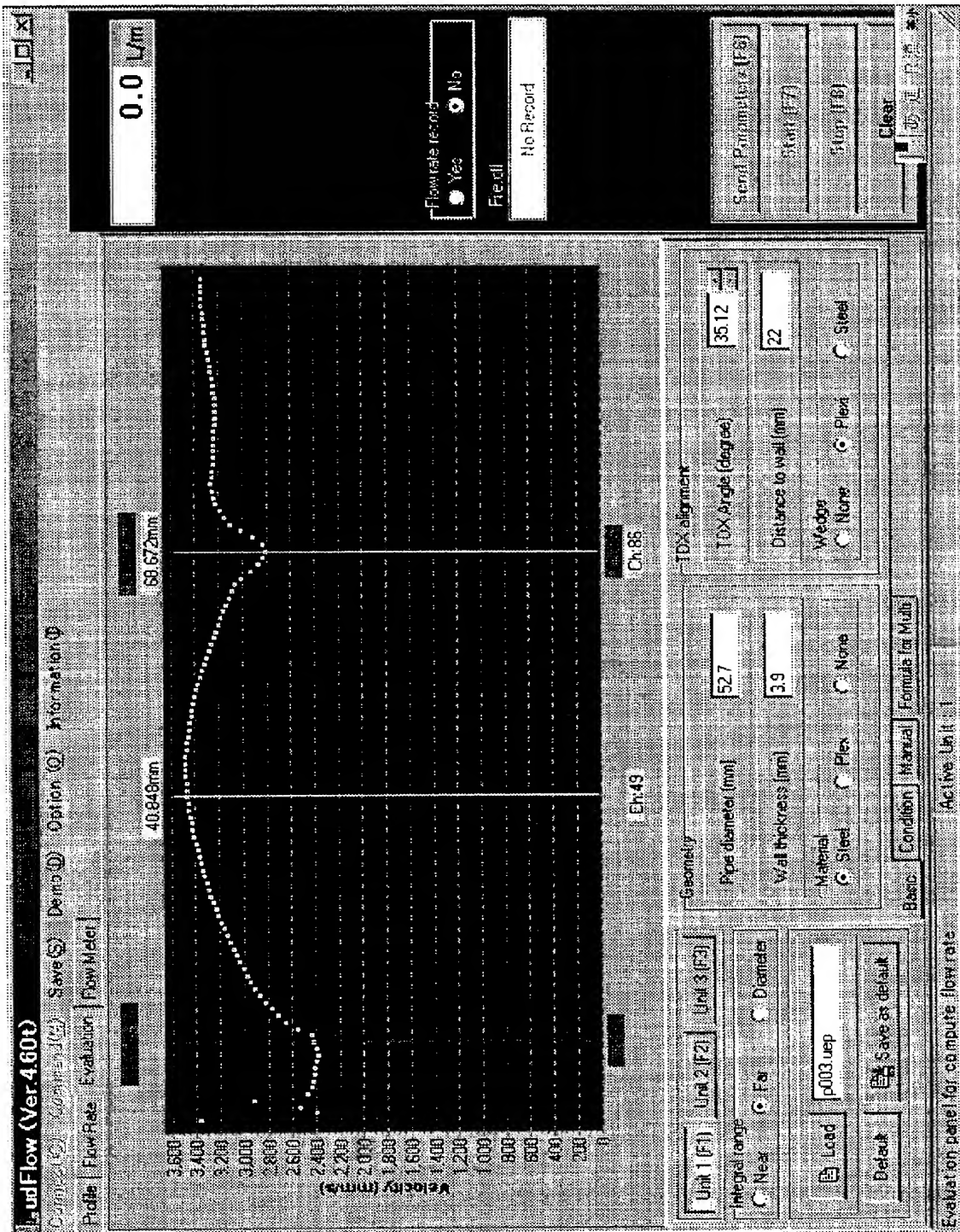
[図3]



[図4]



[X]5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019432

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01F1/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01F1/00-9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-130699 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 08 May, 2003 (08.05.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 10-281832 A (Hitachi, Ltd.), 23 October, 1998 (23.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 62-19854 B (Masanobu HOGAKI), 01 May, 1987 (01.05.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 January, 2005 (17.01.05)

Date of mailing of the international search report  
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/019432

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-97742 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 07 April, 2000 (07.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-7



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/66

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/00-9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-130699 A (東京電力株式会社) 2003. 05. 08 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 10-281832 A (株式会社日立製作所) 1998. 10. 23 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 62-19854 B (穂垣正暢) 1987. 05. 01 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 01. 2005

国際調査報告の発送日

01. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口正治

2F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-97742 A (東京電力株式会社) 2000. 04. 07 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7